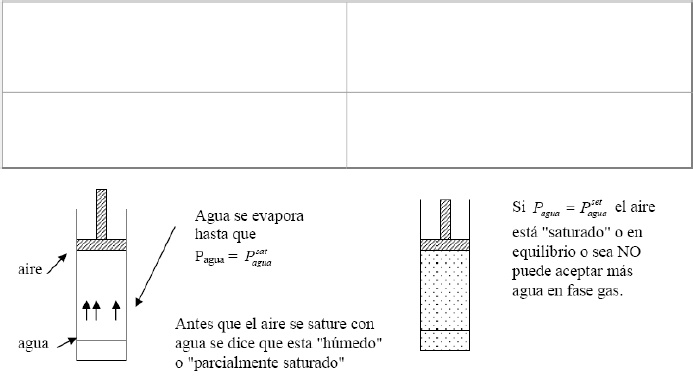
**Humedad, Saturación y Sicrometría**

En este capítulo se estudian las propiedades y aplicaciones en ingeniería del aire ambiental, tema que se conoce como sicrometría (del griego psychros=frio y metron, medida). Este sistema gaseoso constituye una mezcla en la que uno de los componentes puede condensar (el agua desde el aire) o puede entrar al sistema en forma de gas (por evaporación de agua líquida). Veamos algunos conceptos introductorios:

**CONCEPTOS BÁSICOS DE SICROMETRÍA**

El siguiente esquema, explicado en clases aclarar algunos conceptos generales sobre sistemas como el aire ambiental, formado por un gas permanente (aire) y una sustancia condensante (agua)- Se define:



Saturación Relativa o Humedad Relativa

%hR = 100\*(Pagua  / PSet agua)

Saturación o Humedad Porcentual

%hp= 100\*(nagua/ nsetagua)

Humedad (Absoluta)

hw= (masa agua/masa aire seco)

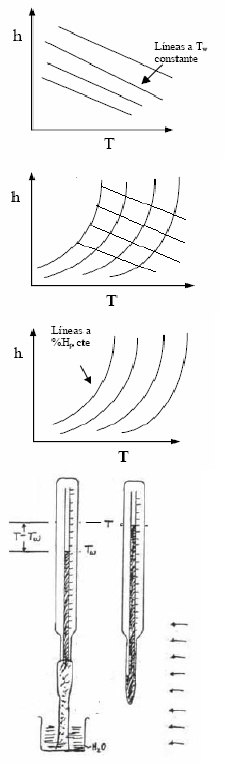
Humedad Molar (Absoluta)

hm= (moles agua / moles aire seco)

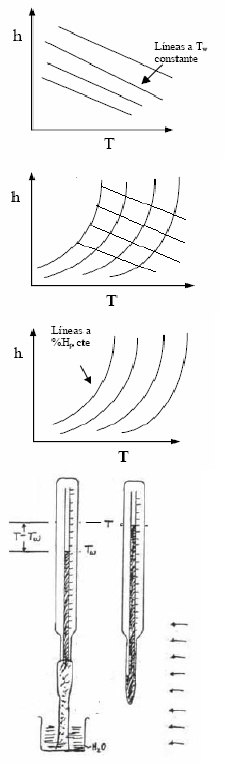
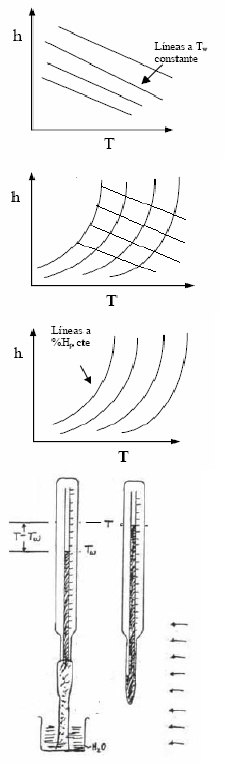
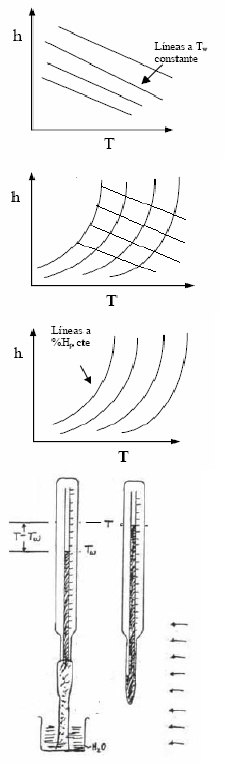
Todas las ecuaciones anteriores son igualmente válidas para otros gases (no sólo aire) y otros vapores (no sólo agua).Las operaciones de secado aire acondicionado, ventilación, y humidificación, llevan consigo siempre un proceso de vaporización o condensación de un líquido (el vapor) en una corriente de gas (usualmente aire). Todos los procesos de vaporización requieren de la introducción de energía en forma de calor. En todos estos procesos nos interesa conocer las cantidades de aire requerido, la cantidad de agua evaporada o requerida y el calor intercambiado. Los balances de materia y energía ayudan en la solución de estos problemas de aplicación. Además hay un concepto adicional llamado “temperatura de bulbo húmedo” o simplemente “temperatura húmeda”, de especial importancia en sicrometría, como se ve en lo que sigue.

**TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO**

Para explicar este concepto se debe definir el llamado sicrómetro, formado por dos termómetros, como se muestra en la figura de más abajo. El termómetro cubierto conocido como termómetro de bulbo húmedo marcará una temperatura menor que el termómetro “normal" o “seca”, por las razones que se explican en lo que sigue..La película de agua que cubre el bulbo se evapora a" expensas" del calor de vaporización. Mientras el bulbo se encuentre cubierto y con agua disponible, la temperatura húmeda se mantendrá constante, si la temperatura ambiente es constante (o sea, la temperatura "seca")Una observación importante es que si el aire esta inicialmente saturado con agua entonces en el termómetro húmedo no ocurrirá vaporización de líquido y la temperatura húmeda será igual a la seca.. Ósea que la disminución en la temperatura húmeda con respecto a la seca es una medida del "grado de insaturación del gas"…esto es válido suponiendo que no hay calor adicional involucrado... Ósea el proceso es "adiabático". Se puede decir entonces que la humedad del aire es proporcional a la diferencia de temperatura.



**DIAGRAMA SICROMÉTRICO**

****

Cuando el aire esta saturado (hsat) se tiene que T=Tw, y se puede escribir

(hsat - h) =α(Tw- T)

Esto significa que en un gráfico hm-vs-T se tienen líneas rectas a Tw constante con pendiente negativa. Se puede escribir también (la deducción queda de tarea):

h=f (hR, T) ⇒ h=hRPsat/(P-hRPsat)

Esto significa que en un gráfico hm-vs-T con hR constante se tienen curvas con pendiente positiva. Y obviamente como Twy % hR están también relacionados se puede construir un gráfico que contenga todas las variables. Esta figura constituye el llamado “diagrama sicométrico”.

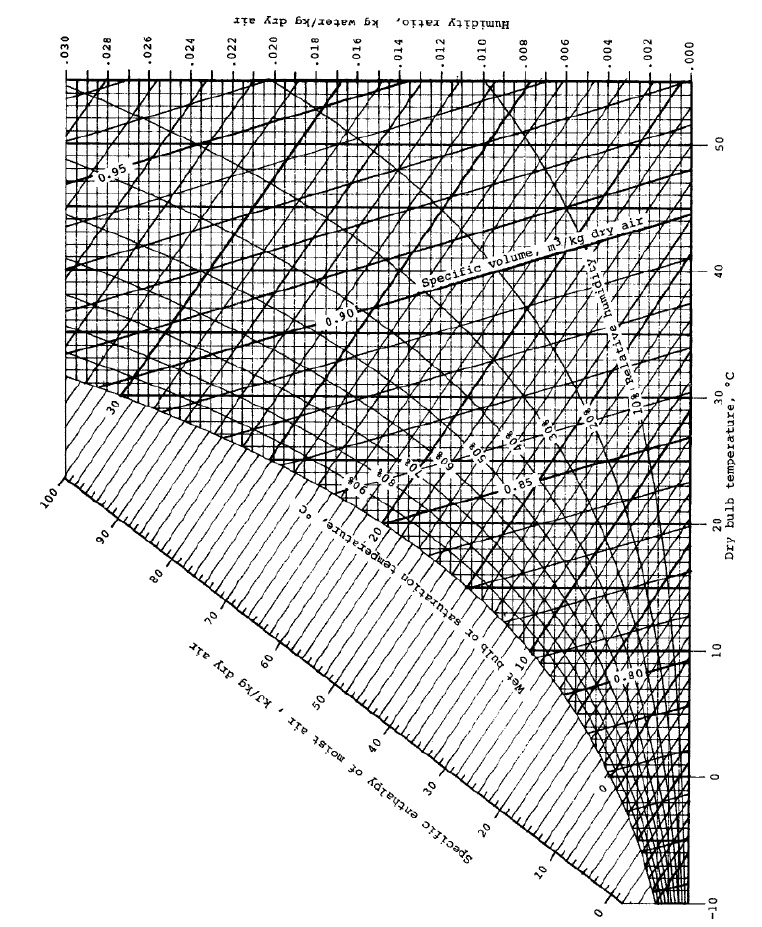
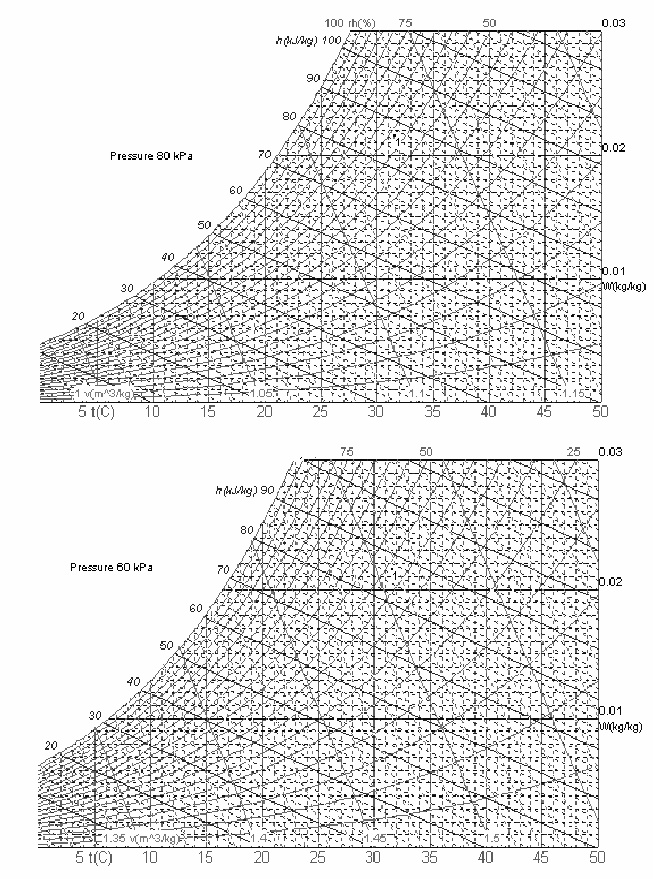
En las página siguiente se presenta un diagrama para el sistema aire+agua válido a 760 mmHg.

Diagrama Sicométrico para P=80KPa y 60KPa



PROBLEMAS RESUELTOS

1. Hoy en el informe del tiempo se ha señalado que en la ciudad de La Serena habrá una temperatura de 32.5 [°C] y una hR= 80%. También se informó que durante la noche la temperatura bajará hasta 20.3 [°C] y la presión barométrica es y será de 760 [mmHg]. i) ¿Se producirá rocío?, y si es así, ¿Qué porcentaje del agua de la atmósfera se depositará cómo rocío. Se determina la temperatura de rocío con los datos dados:

TR= 28.5 ºC, y como T2< TR< T1= 20.3 < TR< 32.5⇒se produce rocío.

Δh = h2– h1

Δh = 0.025 – 0.015 = 0.01 [Kg agua / Kg aire seco] (es el rocío formado)

% agua como rocío = (Δh / h1) \* 100 = (0.01 / 0.025) \* 100 = 40%

1. Al hacer pasar aire por una ducha, el aire también se puede secar. Esto ocurre sí la temperatura del agua está por debajo del punto de rocío del aire. Si el aire que entra tiene su punto de rocío en 21.1ºC y hR= 40% ¿cuánto vapor de agua es removido si el aire que sale está a 133 ºC con un punto de rocío en 122 ºC?

TR1= 21.1 [°C]  T2= 13.3 [°C]  TR2= 12.2 [°C]

h1= 0.016 [Kg agua / Kg aire seco]  h2= 0.009 [Kg agua / Kg aire seco]

Agua removida = h1– h2=0.016-0.009 [Kg agua/Kg aire seco)

Apuntes de Termodinámica 2009 (Dr. José O. Valderrama, Univ. de La Serena-Chile)